

BUNDE REPUBLIK DEUTSCHLAND



REC'D 17 MAR 2004
WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 52 340.1

Anmeldetag: 11. November 2002

Anmelder/Inhaber: QulSS GmbH, Puchheim/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zum Erkennen einer auf einem Substrat aufzubringenden Struktur sowie geeignete Verfahren hierfür

Priorität: 05.11.2002 DE 102 51 734.7

IPC: G 01 N 21/84

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Kahl

BEST AVAILABLE COPY

Vorrichtung zum Erkennen einer auf einem Substrat aufzubringenden Struktur
sowie geeignete Verfahren hierfür

Die folgende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erkennen einer auf einem Substrat aufzubringenden Struktur gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie geeignete Verfahren hierfür.

Herkömmlicherweise werden bislang zum Erkennen einer auf einem Substrat aufzubringenden Struktur optische Vermessungen durchgeführt, wobei häufig verschiedene Systeme zur vollautomatischen Prüfung der Struktur, u.a. Klebstoff- und Dichtmittelraupen, verwendet werden. Hierzu werden eine oder mehrere Videokameras auf die zu erkennende Struktur gerichtet. Zusätzlich ist ein Beleuchtungsmodul erforderlich, das zur Erzeugung eines kontrastreichen Kamerabildes dient. Die Überprüfung der Struktur erfolgt zeitlich versetzt, einige Sekunden nachdem die Struktur auf dem Substrat aufgebracht ist. Häufig erfolgt die Überprüfung aber erst nachdem der komplette Strukturauftrag auf dem Substrat erfolgt ist. Nachteilig hieran ist, dass somit die Überprüfung separat und unabhängig von dem Aufbringvorgang durchgeführt wird, was teilweise umständlich und schwierig zu handhaben ist. Bislang waren ferner die Systeme zur Überprüfung zu instabil und umständlich bei der Parameterisierung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, die bekannte Vorrichtung zum Erkennen einer auf einem Substrat aufzubringenden Struktur und geeignete Verfahren hierfür derart weiterzubilden, dass einerseits eine unmittelbare Überprüfung der aufgebrachten Struktur möglich ist und andererseits die Überprüfung einfach zu handhaben ist.

Ferner ist es eine Aufgabe, auch bei nachträglicher Überprüfung das bekannte Verfahren zum Erkennen einer auf einem Substrat aufzubringenden Struktur derart weiterzubilden, dass einerseits eine nachträgliche Überprüfung einfach möglich ist und andererseits eine genaue Fehleranalyse der aufzubringenden Struktur bereitgestellt wird.

Gelöst werden diese Aufgaben vorrichtungstechnisch mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und verfahrenstechnisch mit den Merkmalen des Anspruchs 16 sowie des Anspruchs 25.

Anmeldungsgemäß wird die Sensoreinheit auf der Einrichtung zum Auftragen der Struktur vorgesehen. Mit dieser Maßnahme wird ein Sichtsystem in kompakter Bauform bereitgestellt,

wobei vorzugsweise das Beleuchtungsmodul ebenfalls auf der Einrichtung zum Auftragen der Struktur vorgesehen sein kann. Auf diese Weise ist es möglich, die anmeldungsgemäße Vorrichtung in bestehende Systeme zu integrieren, deren Aufgabe es ist, eine Struktur auf einem Substrat aufzubringen. Wird verfahrenstechnisch gemäß Anspruch 16 die Struktur während des Aufbringens des Substrats bestimmt, kann bei Vorhandensein eines Fehlers unmittelbar in den Herstellungsprozess eingegriffen werden bzw. das fehlerhafte Substrat ausgesondert werden. Damit wird eine erhöhte Effizienz bei der Herstellung von Strukturen auf einem Substrat zur Verfügung gestellt. Wird verfahrenstechnisch gemäß Anspruch 25 der Überprüfungsbereich der zu bestimmenden Struktur anhand von Stützpunkten entlang der zu erkennenden Struktur gesetzt, so ist die Handhabung unproblematisch, da der interaktive Prozess zwischen dem Nutzer und der dargestellten Struktur mit heutigen Mitteln auf einfache Weise hergestellt wird. Wird anmeldungsgemäß der Toleranzbereich entlang der durch die Stützpunkte definierten Referenzlinie festgelegt, so werden gegebenenfalls Ungenauigkeiten der Struktur Rechnung getragen und insbesondere kann mit dieser Maßnahme die Qualitätsüberprüfung der zu bestimmenden Struktur individuell festgelegt werden. Mit dieser vereinfachten Bedienerinteraktion lassen sich auch komplexe Spurverläufe der Struktur einfach und effizient einlernen. Auch wird mit der vorhandenen Darstellung mit der zu erkennenden Struktur und der durch die Stützpunkte geschaffenen Referenzlinie dem Nutzer unmittelbar angezeigt werden, ob Veränderungen des Strukturverlaufs vorliegen.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Gegenstände sind Gegenstand der Unteransprüche.

Wird die Sensoreinheit unmittelbar am Ausgang der Einrichtung zum Auftragen der Struktur positioniert, so ist eine kompakte und hochintegrierte Ausführung der anmeldungsgemäßen Vorrichtung möglich. Die Sensoreinheit ist somit in der Lage, nahezu direkt nach dem Strukturauftrag eine vollautomatische Hochgeschwindigkeitsüberprüfung der Struktur durchzuführen.

Weist die Sensoreinheit einen Videosensor auf, so kann auf herkömmliche Bilderkennungsverfahren zurückgegriffen werden. Weist der Videosensor vorzugsweise eine und/oder mehrere Bildzeilen, maximal 15 Zeilen, auf, so kann eine hohe Bildaufnahmerate der Struktur erzielt werden. Auf diese Weise baut die Vorrichtung weiterhin klein und die Auswertung kann in der Sensoreinheit erfolgen. Eine externe Datenauswerteeinrichtung ist somit nicht erforderlich.

Wird als Beleuchtungsmodul ein Weißlichtbeleuchtungsmodul verwendet, so können ebenfalls herkömmliche Halogenlampen zur Weißlichterzeugung herangezogen werden.

Wird als Beleuchtungsmodul ein LED-Beleuchtungsmodul verwendet, so kann durch geschickte Kombination verschiedener Spektralbereiche die Beleuchtung des Sensors zur Erhöhung des Kontrastes zwischen Hintergrund und Struktur zur Verfügung gestellt werden. Die Auswertung als solche kann somit stabil ablaufen und der Aufwand für die Auswertelogik ist ebenfalls minimalisiert. Gleiches gilt insbesondere, wenn mehrere Beleuchtungsmodule vorgesehen sind, die somit eine erhöhte Kontrastschärfe bereitstellen können. Ist ebenfalls die Auswerteeinheit in der Sensoreinheit integriert, so kann die Einstellung der Qualitätskriterien über eine externe Bedieneinheit auf einfache Weise der anmeldungsgemäßigen Vorrichtung zugeführt werden. Vorteilhafterweise erfolgt die Übertragung über Funk, Infrarotdaten oder Kabel.

Wird verfahrenstechnisch die Strukturbestimmung über sogenannte Caliper vorgenommen, die vorzugsweise orthogonal zu der Substratstruktur verlaufen, so können anhand dieser Maßnahme spezielle Bereiche, vorzugsweise Kreuzungsbereiche, zwischen der Caliper-Linie und einer Kontraststruktur in dem zu bestimmenden Bereich, festgelegt werden. Verlaufen die Caliper orthogonal zu der Substratstruktur, so kann insbesondere eine Breitenbestimmung auf einfache Weise der Struktur herbeigeführt werden. Im Zusammenspiel mit einer entsprechenden Visualisierungssoftware können dann der Strukturverlauf und entsprechende Fehlerbereiche dargestellt werden. Der Nutzer erkannt somit auf Anhieb, ob der Strukturverlauf vorgegebenen Toleranzen entspricht oder aber die Struktur ungenau aufgetragen wird. Es ist ebenfalls von Vorteil, wenn für die Strukturbestimmung und entsprechender Fehleranalyse beispielsweise die gegebenen Substratdaten, wie Ausnehmungen und Erhöhungen, herangezogen werden, da hierdurch exaktere Aussagen über den Strukturverlauf gemacht werden können.

Es hat sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn die Strukturbestimmung über die Auswertung des Helligkeitsverlaufs der Grauwerte entlang des Calipers erfolgt. Anhand der Grauwerte ist somit feststellbar, wo ein zu bestimmender Bereich für die Strukturüberprüfung heranzuziehen ist, insbesondere ist eine Position feststellbar, an der der Wechsel von Objekt und Hintergrund am stärksten ist. Dies wird dadurch erreicht, dass die zweite Ableitung im Verlauf der Grauwerte zur Strukturermittlung herangezogen wird. Die zu ermittelnden Werte werden als Subpixel genau ermittelt. Wird für jeden Caliper ein Hypothesensatz erstellt, so ergibt insbesondere bei vier Knoten des Calipers ein Satz von sechs Variationsmöglichkeiten, die jeweils durch den Positionsabstand der einzelnen Knoten des Calipers unterschiedlich sind.

Werden nunmehr benachbarte Hypothesensätze miteinander verknüpft, so können insbesondere unter Heranziehung einer heuristischen Funktion bestimmte Werte zugeordnet werden, anhand derer die jeweils für die Strukturkante in Frage kommenden Knoten ermittelbar sind.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

Anhand der nachfolgenden Zeichnungen sollen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

- Figur 1 zeigt schematisch eine vorteilhafte Ausführungsform der anmeldungsgemäßen Vorrichtung.
- Figur 2 zeigt einen Teilbereich der in Figur 1 aufgebrachten Struktur.
- Figur 3 zeigt eine Fehleranalyse.
- Figur 4 zeigt die Heranziehung der Caliper auf einen festzulegenden Bereich, welcher sowohl die Struktur als auch Störungen enthält.
- Figur 5 zeigt die Kreuzungspunkte der relevanten Kontrastlinien und den Caliper.
- Figur 6 zeigt die Erzeugung eines Hypothesensatzes aus einem Caliper.
- Figur 7 zeigt die Strukturmittlung aus benachbarten Hypothesensätzen.
- Figur 8 zeigt das Verfahren zur Ermittlung bzw. Eliminierung von Störungskanten bzw. Ermittlung der Struktur.

In Figur 1 ist eine Einrichtung 1 zum Auftragen einer Struktur 9 auf einem Substrat 7 dargestellt. Die Einrichtung 1 ist herkömmlicherweise in x-, y- und z-Richtung verstellbar. Es ist ebenso denkbar, dass die Einrichtung starr ist und das Substrat in x-, y- und z-Richtung verstellt werden kann. Die Einrichtung 1 weist ferner eine Sensoreinheit 3 auf, die unmittelbar in dieser Ausführungsform an dem Ausgang der Einrichtung zum Auftragen der Struktur positioniert ist. Zusätzlich ist in dieser schematischen Darstellung ebenfalls das Beleuchtungsmodul 5 gekennzeichnet, welches die Kontrastschärfe beim Auftragen bzw. bei der Registrierung der zu beobachtenden Bereiche bereitstellt. In dieser Ausführungsform ist erkennbar, dass eine sogenannte Kleberraupe 9 in eine vorgefertigte Ausnehmung 13 in dem Substrat 7 aufgebracht bzw. eingebracht wird. Mit dem Bezugszeichen 11 ist mit den schraffierten Linien ein Bildbereich markiert, der in Figur 2 deutlicher wiedergegeben ist.

In Figur 2 ist beispielsweise die Ausnehmung 13 dargestellt, in die die Struktur bzw. Kleberraupe 9 eingebracht wird. Dieser Selektionsbereich kann einerseits in der Auswerteeinheit in der Sensoreinheit 3 verarbeitet werden, er kann jedoch grundsätzlich während des Aufbringens dem Nutzer dargestellt werden, so dass der Nutzer manuell seine Stützpunkte 20 setzen kann, anhand derer eine Referenzlinie 22 erzeugt werden kann. Wie in Figur 2 deutlich zu sehen ist, ist zu der Referenzlinie 22, welche den Strukturverlauf annähernd wiedergibt, ein Toleranzbereich²⁴ festgelegt, der in diesem Fall zu der Referenzlinie gleich beabstandet ist. Anmeldungsgemäß wird somit überprüft, ob die durch die Stützpunkte festgelegte Referenzlinie innerhalb des Toleranzbereiches liegt. Zusätzlich zu dem Toleranzbereich ist in Figur 2 ein Prüfbereich 26 dargestellt, innerhalb dessen die Struktur aufzufinden ist.

In Figur 3 ist beispielsweise eine Fehlerdarstellung wiedergegeben, die zusätzlich zu der Positionierung des Fehlers des Strukturauftrages auch aufgrund der Auswertegenauigkeit des anmeldungsgemäßen Verfahrens dem Nutzer die Fehlergröße angibt. Anhand der Fehlergröße kann dann der Nutzer entscheiden, ob die Abweichung vom Soll-Wert tolerierbar ist oder der Herstellungsvorgang abgebrochen werden soll. Mit dem anmeldungsgemäßen Verfahren kann somit aufgrund der unmittelbaren Überprüfung des Strukturauftrages während des Herstellungsprozesses entschieden werden, und zwar vollautomatisch, ob der Herstellungsprozess unterbrochen werden muss und/oder das fehlerhafte Substrat ausgesondert werden muss.

Anhand der Figuren 4 bis 8 ist das anmeldungsgemäße Auswerteverfahren beschrieben. In Figur 4 ist die sogenannte Kantenextraktion der in dem Inspektionsbereich befindlichen Aufälligkeiten wiedergegeben. Hierzu wird ein Satz von Calipern, die vorzugsweise orthogonal zur Spur der Struktur verlaufen, über den Inspektionsbereich gelegt, wobei die Extraktion der Kanten durch die Auswertung des Helligkeitsverlaufs der Grauwerte entlang des Calipers also orthogonal zur Strukturspur verläuft. Dadurch wird eine Position festgestellt, die den Wechsel von Objekt und Hintergrund wiedergibt, und zwar an der der Wechsel am stärksten ist. Dies wird dadurch erreicht, dass die zweite Ableitung im Verlauf der Grauwerte berechnet wird. Die zu ermittelnden Werte werden dabei Subpixel genau ermittelt.

In Figur 5 wird nach der Kantenextraktion die Spurverfolgung der Struktur dargestellt, wobei für jede Linie alle gefundenen Kanten aufgrund der Knotenpunkte wiedergegeben sind.

Figur 6 zeigt, dass für jeden Caliper der Figuren 4 und 5 ein Hypothesensatz erstellt wird, wobei beispielsweise für vier Knotenpunkte eines Calipers insgesamt sechs Positionsannahmen vorhanden sind. Anschließend werden die Caliperannahmen schrittweise, vorzugs-

weise hierarchisch, mit den entsprechenden Nachbarn bzw. benachbarten Hypothesensätzen verknüpft. Diese Verknüpfung erfolgt, wie in Figur 7 dargestellt ist, iterativ. Hierzu werden immer weitere linke und rechte Hypothesen erzeugt, die wiederum miteinander verknüpft werden bzw. mit einer heuristischen Funktion bewertet werden. Ein Auswahlkriterium für die Festlegung der Strukturermittlung kann beispielsweise sein, dass je höher der ermittelte Wert, umso besser die verwendete Hypothese.

In Figur 8 ist deutlich veranschaulicht, wie das iterative Verfahren der einzelnen Hypothesensätze angewendet wird. Hierbei werden beispielsweise die Hypothesensätze 2, 3, 4 in Figur 6 kombinatorisch (I-II, I-III, II-III, II-II) verbunden, wobei jeweils die linke Hypothese der Hypothese 3 mit der rechten Hypothese entsprechend verbunden werden. Daraus ergibt sich wieder eine Zuordnung der Hypothesen, wobei aufgrund der heuristischen Funktion ein Wert ermittelt wird. Aufgrund der vorbestimmten Festlegung, je größer der Wert ist, desto besser die Hypothese ist, kann dann die Strukturermittlung dadurch erfolgen, dass, sollte die Anzahl der so entwickelten Hypothesen die Zahl die zulässigen Hypothesen pro existierenden Knoten überschreiten, die mit einem geringeren Wert der heuristischen Funktion festgelegten Hypothesen herausgenommen werden.

Mit diesen anmeldungsgemäßen Verfahren ist es möglich, eine Strukturermittlung präzise und mit geringen Datensätzen herbeizuführen, so dass eine unmittelbare Strukturermittlung beispielsweise beim Auftragen der Struktur möglich ist. Es ist hierbei anzumerken, dass die heuristische Funktion folgende Kriterien zur Ermittlung des festgelegten Wertes heranzieht.

1. Kantenstärke
2. Strukturbreite
3. Soll-Ist-Positions-Differenz
4. Co-Lineraität der IST-Position
5. Soll-Ist-Strukturbreiten-Differenz
6. Co-Lineraität der IST-Strukturbreite
7. Soll-Ist-Strukturhelligkeit-Differenz
8. Co-Lineraität der Ist-Strukturhelligkeit
9. Soll-Ist-Hintergrundhelligkeits-Differenz
10. Co-Lineraität der Ist-Hintergrundshelligkeit

Anhand der konkreten Verwirklichung, dass die anmeldungsgemäße Vorrichtung bei dem Aufbringen einer Kleberraup auf einem Substrat verwendet wird, ist es von Vorteil, wenn folgendes beachtet wird. Das anmeldungsgemäße System bzw. die Vorrichtung besteht gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform im wesentlichen aus einem Farbzeilen-Videosensor mit integrierter Auswerteeinheit und einer Beleuchtung zur Hervorhebung und

Ausleuchtung der Dicht- bzw. Klebstoffraupe. Die Komponenten befinden sich in einem kompakten Schutzgehäuse. Das Sichtprüfsystem wird direkt hinter dem Klebstoffauftragsystem (Auftragsdüse) befestigt und wird auf den Bereich kurz hinter der Klebstoffdüse ausgerichtet, um direkt nach dem Raupenauftrag eine Prüfung durchzuführen. Die Prüfung erfolgt also direkt nach dem Auftragen des Dichtmaterials oder des Klebstoffes, so dass schon während des Auftragens eine Auswertung der Qualität der Raupe (Abrisse, Position und Lage, Dicke) stattfinden kann.

Im Gegensatz zu den bekannten Lösungsansätzen wird in dieser Erfindung ein Videosensor eingesetzt, der lediglich eine oder mehrere Bildzeilen aufnimmt (maximal 15 Zeilen), um eine hohe Bildaufnahmerate zu erzielen. Die Auswertung findet im Farbzeilen-Videosensor mit einer integrierter Auswerteeinheit statt. Eine externe Datenauswerteeinrichtung (Auswerte - PC) ist nicht erforderlich, da bereits ein miniaturisierter Auswerterechner im Videosensor vorhanden ist. Die Einstellung der Qualitäts-Kriterien (IO/NIO - Grenzwerte) erfolgt mit einer externen Bedieneinheit, die an den Sensor über eine Funkverbindung, Infrarotdatenübertragungsverbindung (IrDa) oder eine Kabelverbindung (Seriell oder Netzwerk) angeschlossen ist.

Zur Ausleuchtung der Klebstoffspur wird, je nach Oberflächeneigenschaften des Klebstoffs bzw. Dichtmittels ein / mehrere

- Weißlichtbeleuchtungsmodul, z.B. Halogenlampe
- LED-Beleuchtungsmodul in verschiedenen Farben

eingesetzt.

Die Beleuchtungsmodule sind kompakt aufgebaut damit diese in einem kompakten Systemaufbau (Bildaufnahmesensor und Beleuchtung in einem gemeinsamen Gehäuse) eingebaut werden können. Dabei wird vorgesehen, verschiedene unterschiedliche Beleuchtungsmodule (Bauform, Farbe) miteinander zu kombinieren um durch eine geschickte Kombination verschiedener Spektralbereiche der Beleuchtung und des Sensors einen hohen Kontrast zwischen Hintergrund und Klebstoff herzustellen. Somit kann die Auswertung stabil ablaufen und der Aufwand für die Auswertelogik gering gehalten werden.

Die Visualisierungssoftware dient zur Darstellung von Fehlern beim Auftrag von Kleberrauen. Dazu wird die abzufahrende Kleberspur als 3D-Spur gespeichert und da hinein werden die entsprechenden Fehlerbereiche markiert. Die entsprechenden Fehler werden mit einer anderen Farbe hervorgehoben und mit einem zusätzlichen Text beschrieben.

Die Software bzw. der Sensor kommuniziert mit einem Roboter oder einer anderen Steuerungseinheit über alle gängigen Feldbusse (Profibus, Interbus, Devicenet), Ethernet, serielle Schnittstelle, OPC - Server oder andere zur Verfügung stehenden Kommunikationsschnittstellen.

In der Offline - Version wird vorab die Roboterbahn eingelernt und gespeichert. Nach dem Kleberauftragsvorgang, kann die Visualisierungssoftware angewählt werden. Diese holt sich die entsprechenden Fehlerbereiche vom Roboter.

In der Online-Version bekommt die Visualisierungssoftware während der Fahrt immer die aktuelle Position entlang der Roboterbahn und im Fehlerfall, zusätzlich einen Fehlercode.

Zusätzlich können Daten aus CAD – Dateien übernommen werden. Die darin enthaltenen Daten vom Bauteil, von der Kleberspur o.ä. werden mit verarbeitet und zusammen mit den entsprechenden Fehlerstellen 3 dimensional oder 2 dimensional dargestellt.

Um die Bedienerinteraktion zu vereinfachen wurde eine speziell für die Kleberraupeninspektion entwickelte GUI verwendet. Mit einfachen Mausklicks lassen sich nun komplexe Spurverläufe einfach und effizient einlernen. Die grafischen Elemente sind so gestaltet, dass man auf einen Blick auch die eingestellten Grenzwerte wie Min / Max Bereiche und Toleranzen erkennen kann (Figur 2). Veränderung im Spurverlauf lassen sich ebenfalls mit ein paar wenigen Mausklicks vollziehen. Die Kleberspur muss dabei nicht exakt eingelernt werden, da die nachfolgenden Bildverarbeitungsoperationen stabil genug sind um die Ungenauigkeiten, die beim Einlernen entstanden sind zu kompensieren. In einer zusätzlichen Ansicht wird der Bediener über Produktionsfehler informiert. Durch Mausklick auf den aufgetretenen Fehler, wird der betroffene Bereich vergrößert und die Fehlerbeschreibung im Klartext ausgegeben (Figur 3).

Mit nachstehender mathematischer Verknüpfung wird die heuristische Funktion für die Strukturermittlung anhand der folgenden Kriterien bestimmt, und zwar ein heuristischer Wert für Elementarhypthesen und ein heuristischer Wert für komplexe Hypothesen.

A. Heuristischer Wert für elementare Hypothesen

Für einen input vector gilt:

$$\bar{x} = \{x_{weight1}, x_{weight2}, x_{pos1}, x_{pos2}, x_{br}, x_{bk}\},$$

wobei:

$x_{weight1}$ Gewicht des ersten Punkts,

$x_{weight2}$	Gewicht des zweiten Punkts,
x_{pos1}	Position von erstem Punkt,
x_{pos2}	Position von zweitem Punkt,
x_{br}	Helligkeit von Struktur,
x_{bk}	Helligkeit von Hintergrund,

für die soll Werte gilt:

$$\bar{s} = \{s_{width}, s_{br}, s_{bk}\}$$

wobei:

s_{width}	soll Breite,
s_{br}	soll Helligkeit von Struktur,
s_{bk}	soll Helligkeit von Hintergrund,

mit den Heuristischen Koeffizienten:

$$\begin{aligned}\bar{a} &= \{a_{const}, a_{weight}, a_{pos}, a_{width}, a_{br}, a_{bk}\} \\ \bar{b} &= \{b_{pos}, b_{width}, b_{br}, b_{bk}\}\end{aligned}$$

Der heuristische Wert h hat folgende Form:

$$h(\bar{a}, \bar{b}, \bar{x}, \bar{s}) = a_{const} + (a_{weight} \cdot x_{weight1})^{b_{weight}} + (a_{weight} \cdot x_{weight2})^{b_{weight}} - (a_{pos} \cdot e_{pos})^{b_{pos}} - (a_{width} \cdot e_{width})^{b_{width}} - (a_{br} \cdot e_{br})^{b_{br}} - (a_{bk} \cdot e_{bk})^{b_{bk}},$$

wobei:

$$\begin{aligned}e_{pos} &= abs\left(\frac{x_{pos1} + x_{pos2}}{2}\right), \\ e_{width} &= abs(x_{pos2} - x_{pos1} - s_{width}), \\ e_{br} &= abs(x_{br} - s_{br}), \\ e_{bk} &= abs(x_{bk} - s_{bk})\end{aligned}$$

B. Heuristischer Wert für komplexe Hypothesen

Für einen input vector gilt:

$$\bar{x} = \{x_{lpos}, x_{lwidth}, x_{lbr}, x_{lbk}, x_{rpos}, x_{rwidth}, x_{rbr}, x_{rbk}\},$$

wobei:

x_{lpos}	Position auf rechte Seite von linke Hypothese,
x_{lwidth}	Breite auf rechte Seite von linke Hypothese,
x_{lbr}	Strukturhelligkeit auf rechte Seite von linke Hypothese,
x_{lbk}	Hintergrundhelligkeit auf rechte Seite von linke Hypothese,
x_{rpos}	Position auf linke Seite von rechte Hypothese,

x_{rwidth} Breite auf linke Seite von rechte Hypothese,
 x_{rbr} Strukturhelligkeit auf linke Seite von rechte Hypothese,
 x_{rbk} Hintergrundhelligkeit auf linke Seite von rechte Hypothese,

mit den Heuristischen Koeffizienten:

$$\bar{a} = \{a_{const}, a_{pos}, a_{width}, a_{br}, a_{bk}\}$$
$$\bar{b} = \{b_{pos}, b_{width}, b_{br}, b_{bk}\}$$

Der heuristische Wert h hat folgende Form:

$$h(\bar{a}, \bar{b}, \bar{x}, \bar{s}) = a_{const} + h_{left} + h_{right} - (a_{pos} \cdot e_{pos})^{b_{pos}} - (a_{width} \cdot e_{width})^{b_{width}} - (a_{br} \cdot e_{br})^{b_{br}} - (a_{bk} \cdot e_{bk})^{b_{bk}},$$

wobei:

$$e_{pos} = abs(x_{lpos} - x_{rpos}),$$
$$e_{width} = abs(x_{lwidth} - x_{rwidth}),$$
$$e_{br} = abs(x_{lbr} - x_{rbr}),$$
$$e_{bk} = abs(x_{lbk} - x_{rbk})$$

und

$$h_{left} \quad \text{heuristischer Wert von linker Hypothese}$$
$$h_{right} \quad \text{heuristischer Wert von rechter Hypothese}$$

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Erkennen einer auf einem Substrat aufzubringenden Struktur, vorzugsweise Kleberraupe, bestehend aus einem Beleuchtungsmodul und einer Sensorseinheit,

dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit (3) auf der Einrichtung (1) zum Auftragen der Struktur vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit unmittelbar am Ausgang der Einrichtung zum Auftragen der Struktur positioniert ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensoreinheit einen Videosensor aufweist, der vorzugsweise eine und/oder mehrere Bildzeilen registriert.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungsmodul ein Weißlichtbeleuchtungsmodul enthält.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Beleuchtungsmodul ein LED- Beleuchtungsmodul ist, welches die Bereiche Rot, Blau, Grün, Infrarot und/oder Ultraviolett ausstrahlt.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Beleuchtungsmodule vorgesehen sind.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine Auswerteeinheit, vorzugsweise im Videosensor, vorgesehen ist, wobei die Einstellungen der Qualitätskriterien über eine externe Bedieneinheit, vorzugsweise über eine Infrarotdatenübertragungsverbindung, erfolgt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit einen Satz von Calipern über den mit den Bildelementen ermittelten Datensatz legt, wobei die Caliper vorzugsweise orthogonal zu der Substratsspur verlaufen.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur über den Helligkeitsverlauf der Grauwerte entlang der Calipers ermittelt wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ableitung im Verlauf der Grauwerte zur Strukturmittelung herangezogen werden.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit für die Caliper ein Hypothesensatz erstellt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit benachbarte Hypothesensätze verknüpft.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit die Strukturmittelung nach zumindest einem der folgenden Kriterien durchführt:
 - a. Kantenstärke
 - b. Strukturbreite
 - c. Soll-Ist-Positions-Differenz
 - d. Co-Lineraität der IST-Position
 - e. Soll-Ist-Strukturbreiten-Differenz
 - f. Co-Lineraität der IST-Strukturbreite
 - g. Soll-Ist-Strukturhelligkeit-Differenz
 - h. Co-Lineraität der Ist-Strukturhelligkeit
 - i. Soll-Ist-Hintergrundhelligkeits-Differenz
 - j. Co-Lineraität der Ist-Hintergrundshelligkeit
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass über die Position der Sensoreinheit und der Strukturmittelung eine drei-dimensionale Darstellung ermöglicht wird.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass über einen Anschluß an eine Netzwerkverbindung, und zwar vorzugsweise über das Internet oder Intranet, eine Ansteuerung und Auswertung vorgesehen ist.
16. Verfahren zum Erkennen einer Struktur, vorzugsweise Kleberraupe, und insbesondere zur Anwendung bei der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 15, welches die Schritte aufweist:
 - a) Bereitstellen eines Beleuchtungsmoduls und einer Sensoreinheit, die auf der Einrichtung zum Auftragen der Struktur vorgesehen ist.

b) Bestimmen der Struktur während die Struktur auf das Substrat aufgetragen wird.

17. Verfahren nach Anspruch 14, wobei die Strukturbestimmung über einen Videosensor als Sensoreinheit mit einer oder mehreren, vorzugsweise bis zu 15, Bildzeilen erfolgt.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 oder 15, wobei die Strukturbestimmung mit zumindest einem Beleuchtungsmodul, welches ein Weißlichtmodul und/oder ein LED-Beleuchtungsmodul mit verschiedenen Farben ist, durchgeführt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die Strukturbestimmung über Caliper erfolgt, die vorzugsweise orthogonal zu der Substratspur verlaufen.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 17, wobei eine Visualisierungssoftware bereitgestellt wird, mit der der Strukturverlauf, vorzugsweise als 3D-Darstellung, und entsprechende Fehlerbereiche darstellbar sind.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 14 bis 18, wobei für die Strukturbestimmung und entsprechender Fehleranalyse Substratdaten herangezogen werden.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 oder 19, wobei anhand der Visualisierungssoftware unterschiedliche Fehlerbereiche separat darstellbar sind.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei die Strukturbestimmung über die Auswertung des Helligkeitsverlaufs der Grauwerte entlang des Calipers, insbesondere der zweiten Ableitung im Verlauf der Grauwerte, erfolgt.

24. Verfahren nach einem der Ansprüche 18 bis 21, wobei die Strukturermittelung nach zumindest einem der folgenden Kriterien durchgeführt wird:

- Kantenstärke
- Strukturbreite
- Soll-Ist-Positions-Differenz
- Co-Lineraität der IST-Position
- Soll-Ist-Strukturbreiten-Differenz
- Co-Lineraität der IST-Strukturbreite
- Soll-Ist-Strukturhelligkeit-Differenz
- Co-Lineraität der Ist-Strukturhelligkeit
- Soll-Ist-Hintergrundhelligkeits-Differenz
- Co-Lineraität der Ist-Hintergrundshelligkeit

25. Verfahren zum Erkennen einer Struktur, vorzugsweise Kleberraupe, und insbesondere zur Anwendung bei der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 bis 15, welches die Schritte aufweist:
 - a) Bereitstellen einer Darstellung mit der zu erkennenden Struktur;
 - b) Setzen von Stützpunkten entlang der zu erkennenden Struktur;
 - c) Verbinden der Stützpunkte zu Erzeugung einer Referenzlinie,
 - d) Festlegen eines Toleranzbereichs entlang der Referenzlinie, sowie
 - e) Bestimmen, ob die Struktur innerhalb des Toleranzbereichs liegt.
26. Verfahren nach Anspruch 25, wobei ferner ein Prüfbereich entlang der Referenzlinie festgelegt wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 oder 26, wobei einen Satz von Caliper über den mit den Bildelementen ermittelten Datensatz gelegt wird, wobei die Caliper vorzugsweise orthogonal zu der Substratspur verlaufen.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Struktur über den Helligkeitsverlauf der Grauwerte entlang der Calipers ermittelt wird.
29. Verfahren nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Ableitung im Verlauf der Grauwerte zur Strukturmittelung herangezogen werden.
30. Verfahren nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit für die Caliper ein Hypothesensatz erstellt.
31. Verfahren nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit benachbarte Hypothesensätze verknüpft.
32. Verfahren nach einem der Ansprüche 25 bis 31, wobei die Strukturmittelung nach zumindest einem der folgenden Kriterien durchgeführt wird:
 - a. Kantenstärke
 - b. Strukturbreite
 - c. Soll-Ist-Positions-Differenz
 - d. Co-Lineraität der IST-Position
 - e. Soll-Ist-Strukturbreiten-Differenz
 - f. Co-Lineraität der IST-Strukturbreite
 - g. Soll-Ist-Strukturhelligkeit-Differenz
 - h. Co-Lineraität der Ist-Strukturhelligkeit
 - i. Soll-Ist-Hintergrundhelligkeits-Differenz
 - j. Co-Lineraität der Ist-Hintergrundshelligkeit

Fig. 1

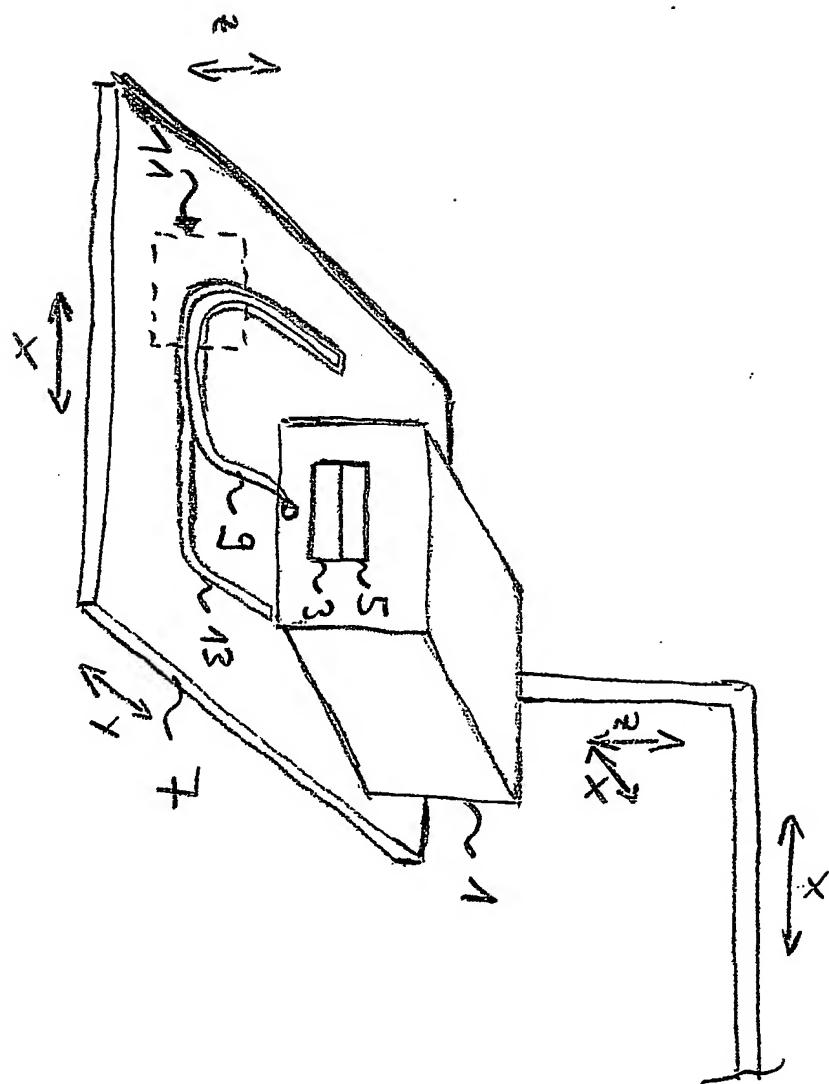


Fig. 2

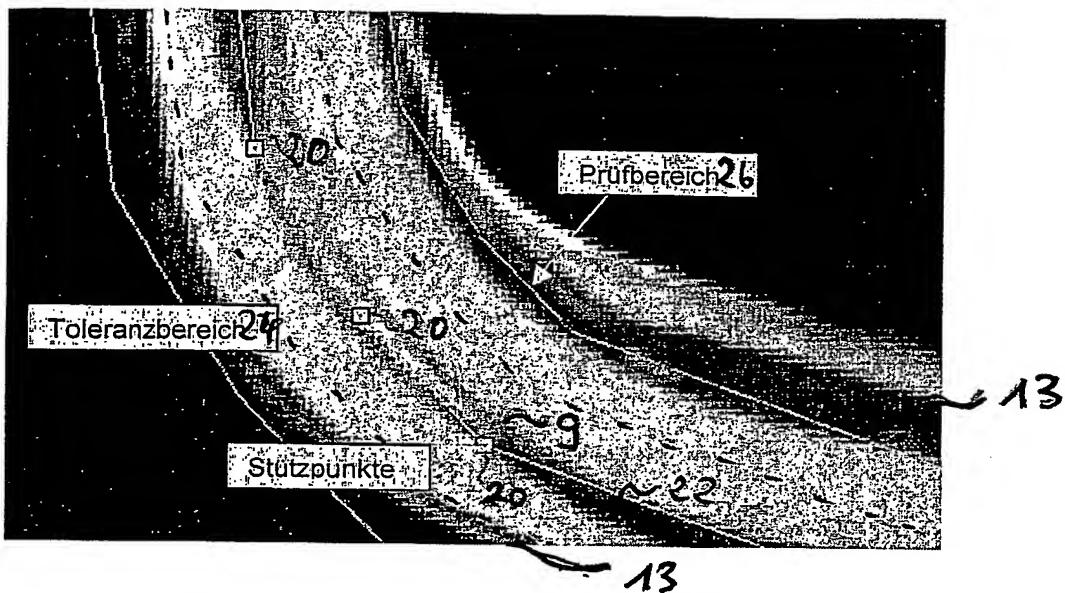


Fig. 3

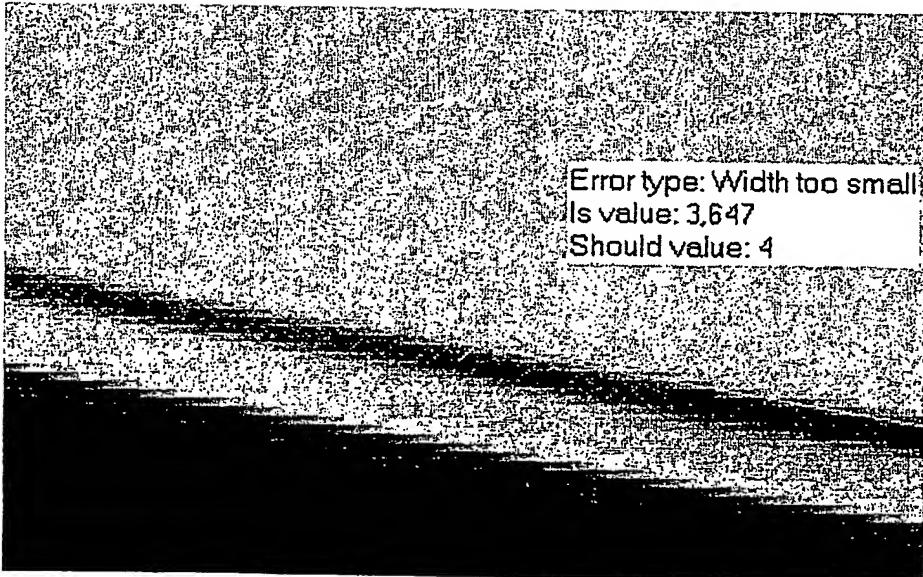


Fig. 4

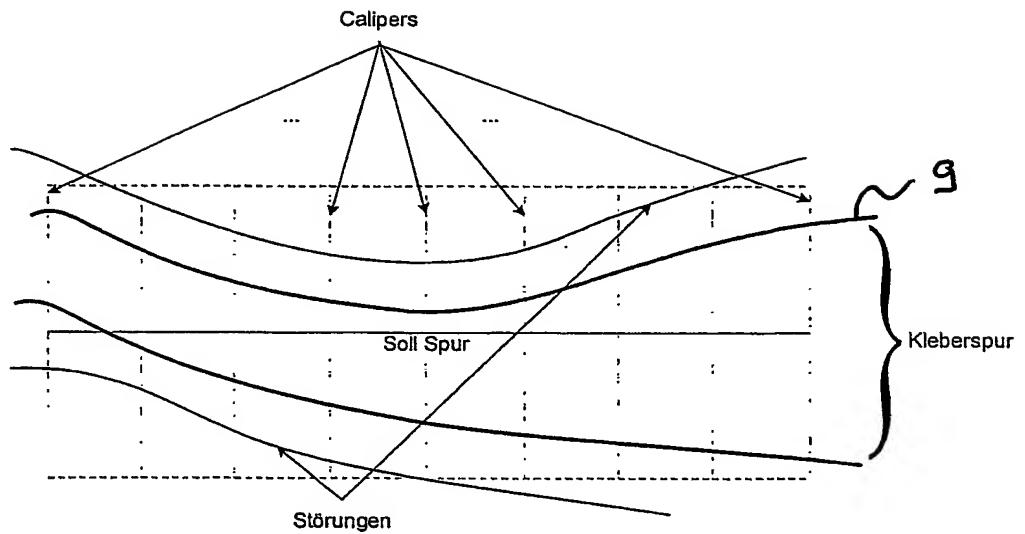


Fig. 5

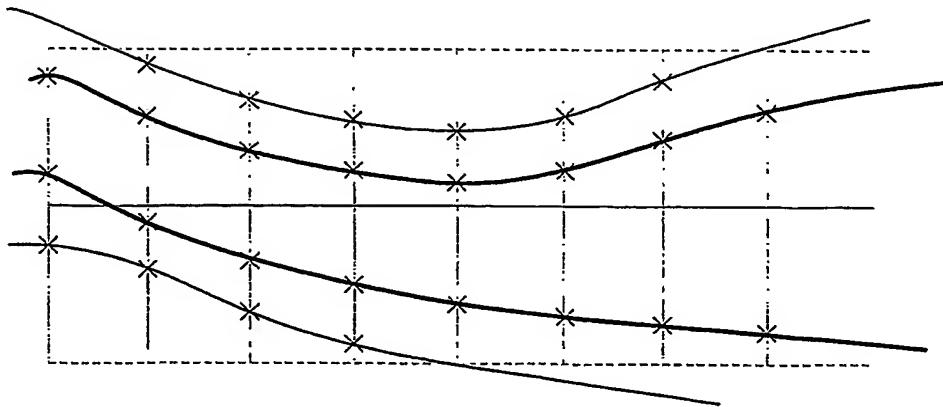
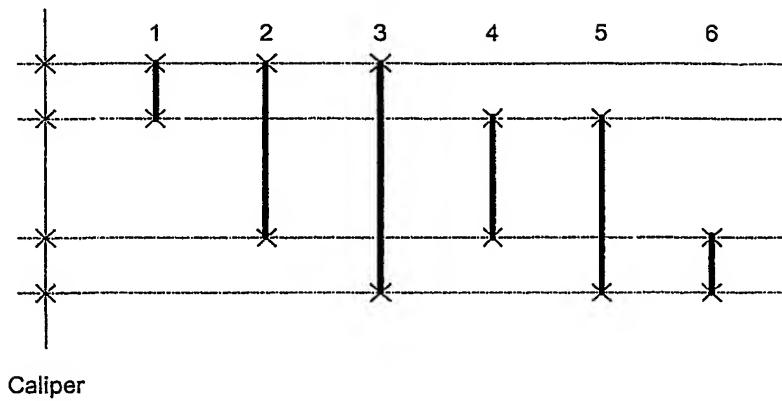


Fig. 6



Caliper

Fig. 7

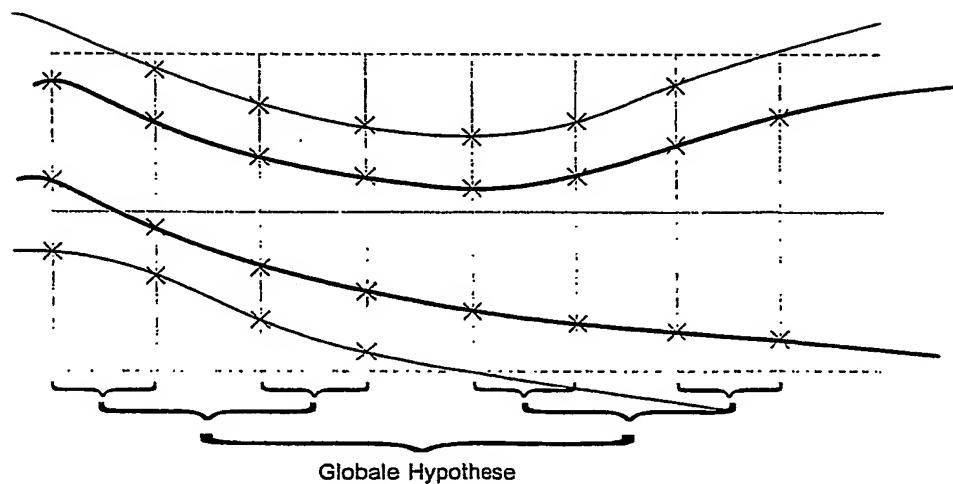
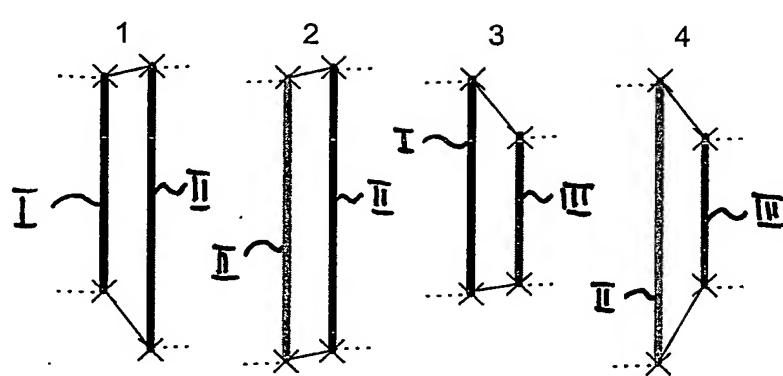
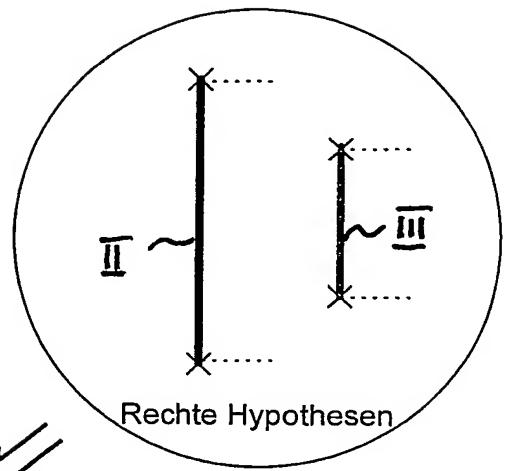
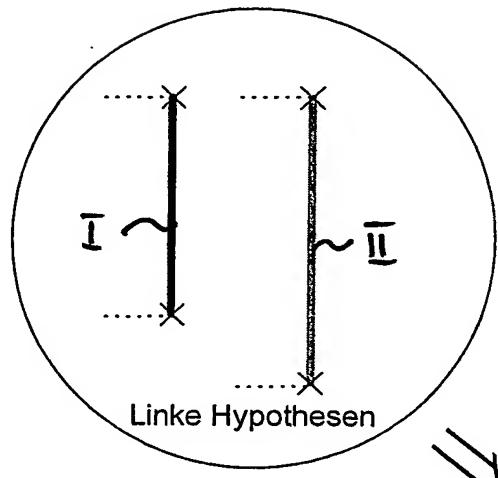


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.